

## ارزیابی عملکرد ساختمان‌های بتن‌آرمه دارای ضعف سازه‌ای با در نظرگیری پس‌لرزه به کمک منحنی شکنندگی

1- آرش جغتاپور<sup>1\*</sup>، 2- حسین پهلوان<sup>2</sup>، 3- سیروس غلامپور<sup>3</sup>، 4- غلامرضا قدرتی امیری<sup>4</sup>

1- دانشجوی کارشناس ارشد سازه، دانشکده مهندسی عمران، موسسه آموزش عالی علوم و فناوری آریان

2- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود

3- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی قائم‌شهر

4- استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت

### خلاصه

تاکنون در بسیاری از مطالعات تحلیل و طراحی زلزله تنها تجزیه و تحلیل و طراحی لرزه‌ای را در نظر گرفته شده است و توجه چندانی به اثرات زلزله‌های مکرر و پدیده پس‌لرزه نشده است. در صورتی که در مناطق لرزه‌خیز جهان به خصوص در مناطقی که سیستم‌های گسل پیچیده در آن وجود دارد به ندرت شاهد تک رخداد زلزله بودیم. به گونه‌ای که یک سازه ممکن است در فاصله زمانی کوتاهی پس از زلزله اصلی در معرض چندین پس‌لرزه قرار گیرد. وقوع بیش از هزار پس‌لرزه در زلزله اخیر کرمانشاه و سرپل ذهاب خود گواه بر اهمیت این موضوع است. همچنین تحقیقات جامعی از گزارش خرابی سیستم‌های سازه‌ای به ویژه سازه‌های بتنی که تحت اثر توالی لرزه‌ای قرار گرفته‌اند نشده است. تکرار زلزله بر ساختمان‌هایی که بخشی از مقاومت و سختی خود را در اثر زلزله اصلی از دست داده‌اند بسیار تأثیرگذار بوده و خرابی‌های زیادی را به وجود می‌آورد. از آنجاکه فاصله زمانی بین دو یا چند توالی لرزه‌ای کوتاه هست امکان ترمیم و بازسازی خرابی‌های ناشی از زلزله اصلی وجود نخواهد داشت. یکی از جنبه‌های مهم مطالعه حاضر استفاده از منحنی شکنندگی برای ارزیابی و تعیین خسارات احتمالی و شناسایی سطوح آسیب‌های ناشی از پس‌لرزه است که در مطالعات اخیر پژوهشگران این حوزه مورد توجه قرار گرفته است. هدف این پژوهش بررسی این اثر به کمک تحلیل‌های غیرخطی (IDA) و با استفاده از منحنی‌های شکنندگی لرزه‌ای می‌باشد.

در این پژوهش دو تیپ ساختمان بتن‌آرمه با تعداد طبقات ۳ و ۸ به صورت سه‌بعدی با سیستم سازه‌ای قاب خمشی بتن‌آرمه با شکل‌پذیری متوسط و در نظرگیری ضعف سازه‌ای (شامل مقاومت کم بتن) در آن‌ها مطابق با آیین‌نامه ۲۸۰۰ و مبحث نهم در برنامه Etabs 2016 طراحی شده و تحت ۲۰ شتاب‌نگاشت با در نظرگیری اثر پس‌لرزه در نرم‌افزار Opensees تحلیل می‌گردد؛ و در نهایت منحنی شکنندگی سازه‌های مذکور به کمک تحلیل دینامیکی غیرخطی فزاینده (IDA) محاسبه و ترسیم می‌شوند. مقایسه و ارزیابی منحنی‌های مذکور نشان می‌دهد با توجه به خسارات ناشی از زلزله اصلی، تعداد طبقات و منطقه لرزه‌خیزی به طور قابل توجهی بر روی منحنی‌های شکنندگی تأثیر می‌گذارد.

**کلمات کلیدی:** ساختمان‌های بتن‌آرمه، پس‌لرزه، منحنی شکنندگی، تحلیل دینامیکی غیرخطی، ضعف سازه‌ای،

<sup>1\*</sup> Email: Arash.Joghtapour@gmail.com